

Aus der 2. Medizinischen Abteilung des Bürgerspitals Basel
Vorsteher: Prof. Dr. med. H. Ludwig

Über Herzgrößenveränderungen bei gesunden Individuen im Verlauf einiger Jahre

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Basel

vorgelegt von

HEINRICH TRAMÈR

von Sta. Maria im Münstertal (Graubünden) und Basel



19

57

Verlag von S. Karger in Basel

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. med. H. Ludwig.

Tag der Promotion: 24. November 1955.

Über Herzgrößenveränderungen bei gesunden Individuen im Verlauf einiger Jahre

Trotzdem in der Literatur zahlreiche Angaben über mit dem orthodiagraphischen Verfahren ermittelte Herz- und Thoraxmaße zu finden sind, ist unseres Wissens noch nie das gleiche Kollektiv nach einigen Jahren von neuem untersucht und verglichen worden. Es sollen nun hier aus den in den Jahren 1942 und 1951 ermittelten Maßen von denselben 128 gesunden Polizisten Kollektive gebildet und miteinander verglichen werden. Auf diese Weise soll festgestellt werden, inwiefern sich die einzelnen Herzmaße beim Gesunden innerhalb einiger Jahre verändern, vor allem, ob eine Volumenzunahme des Herzens mit dem Alter festzustellen ist.

Zur Untersuchung verwendetes Material

An den gleichen 128 gesunden im Dienste stehenden Polizeileuten wurden 1942 und 1951 folgende Maße bestimmt:

- L = orthodiagraphisch gemessene Herzlänge in cm
- Br = orthodiagraphisch gemessene Herzbreite in cm
- R = Herzrechteck in cm^2
- T = orthodiagraphisch gemessener Herztransversaldurchmesser in cm
- T90h = orthodiagraphisch gemessener größter horizontaler Herztiefendurchmesser in cm
- V = Herzvolumen in cm^3
- bth = orthodiagraphisch gemessene Thoraxbreite in Höhe der rechten Zwerchfellkuppe in cm
- tth = orthodiagraphisch gemessene Thoraxtiefe in cm

hth = orthodiagraphisch gemessene Thoraxhöhe in cm
 h = Körpergröße in cm
 g = Körpergewicht in kg
 a = Alter

Unsere Werte betragen:

Mittelwert

	1942	1951
Herzlänge	13,65 $\pm$ 0,10	14,07 $\pm$ 0,09
Herzbreite	10,29 $\pm$ 0,07	9,18 $\pm$ 0,09
Rechteck	140,46 $\pm$ 1,70	129,16 $\pm$ 1,71
T	12,80 $\pm$ 0,09	13,79 $\pm$ 0,13
T90 h	10,31 $\pm$ 0,08	10,76 $\pm$ 0,12
Volumen	666,14 $\pm$ 9,15	639,29 $\pm$ 11,18
bth	26,54 $\pm$ 0,15	26,29 $\pm$ 0,17
tth	11,72 $\pm$ 0,14	12,48 $\pm$ 0,15
bth	20,20 $\pm$ 0,16	19,60 $\pm$ 0,21
Größe	176,90 $\pm$ 0,39	176,90 $\pm$ 0,39
Alter	35	44

Mittlere quadratische Abweichung (σ)

Herzlänge	1,12 $\pm$ 0,07	1,09 $\pm$ 0,06
Herzbreite	0,87 $\pm$ 0,05	1,12 $\pm$ 0,07
Rechteck	19,11 $\pm$ 1,19	19,30 $\pm$ 1,21
T	1,12 $\pm$ 0,07	1,54 $\pm$ 0,09
T90 h	0,96 $\pm$ 0,06	1,49 $\pm$ 0,09
Volumen	103,45 $\pm$ 6,46	126,50 $\pm$ 7,90
bth	1,67 $\pm$ 0,10	1,91 $\pm$ 0,11
tth	1,58 $\pm$ 0,09	1,71 $\pm$ 0,10
bth	1,81 $\pm$ 0,11	2,41 $\pm$ 0,15
Größe	4,40 $\pm$ 0,27	4,50 $\pm$ 0,28
Gewicht	7,39 $\pm$ 0,46	9,20 $\pm$ 0,57

Variabilitätskoeffizient (v)

	1942	1951
Herzlänge	8,20 $\pm$ 0,51	7,74 $\pm$ 0,48
Herzbreite	8,44 $\pm$ 0,52	12,22 $\pm$ 0,76
Rechteck	13,53 $\pm$ 0,84	14,72 $\pm$ 0,92
T	8,75 $\pm$ 0,55	11,23 $\pm$ 0,69
T90 h	9,33 $\pm$ 0,58	13,84 $\pm$ 0,86
Volumen	15,33 $\pm$ 0,95	18,40 $\pm$ 1,21
bth	6,28 $\pm$ 0,39	7,26 $\pm$ 0,45
tth	13,84 $\pm$ 0,76	13,70 $\pm$ 0,80
bth	8,70 $\pm$ 0,55	12,25 $\pm$ 0,76
Größe	2,48 $\pm$ 0,15	2,54 $\pm$ 0,15
Gewicht	10,18 $\pm$ 0,63	11,15 $\pm$ 0,69

Variationsbreite der gemessenen Werte (V)

	1942			1951		
Herzlänge	von	11,1 bis	17,0 cm	von	11,4 bis	17,4 cm
Herzbreite		8,1	12,4 cm		6,0	12,1 cm
Rechteck		102,0	202,0 cm ²		80,0	197,0 cm ²
T		9,5	16,4 cm		10,6	17,2 cm
T90 h		8,0	13,3 cm		8,2	17,2 cm
Volumen		468,0	1049,0 cm ³		362,0	1140,0 cm ³
bth		22,9	30,9 cm		18,9	30,6 cm
tth		8,3	16,7 cm		8,5	18,4 cm
hth		16,0	24,5 cm		14,1	24,3 cm
Größe		168,0	193,0 cm		168,0	193,0 cm
Gewicht		59,0	101,0 kg		65,0	112,0 kg
Alter		25	52 Jahre		34	61 Jahre

Einen Überblick über die Zu- und Abnahme gibt die nächste Tabelle:

Mittelwerte	1942	1951	Absolute Veränderung	Prozentuale Veränderung
Herzlänge	13,65	14,07	+ 0,42	+ 3,07
Herzbreite	10,29	9,18	— 1,11	— 10,77
Rechteck	140,46	129,16	— 11,30	— 8,07
T	12,80	13,79	+ 0,99	+ 7,74
T90 h	10,31	10,76	+ 0,45	+ 4,37
Volumen	666,14	639,29	— 26,85	— 4,04
bth	26,54	26,29	— 0,25	— 0,91
tth	11,72	12,48	+ 0,76	+ 6,48
hth	20,20	19,60	— 0,60	— 2,96
Größe	176,90	176,90	± 0	± 0
Gewicht	72,60	82,46	+ 9,86	+ 13,58
Alter	35	44	+ 9	

Unter den linearen Maßen hat die Herzbreite mit — 11 % die deutlichste Abnahme, der Transversaldurchmesser hingegen mit + 8 % die deutlichste Zunahme zu verzeichnen, woraus hervorgeht, daß die Röntgensilhouette des normalen Herzens mit dem Alter eine mehr «aortale» Konfiguration annimmt. Von den Thoraxmaßen erfährt die Tiefe die deutlichste Zunahme.

Bevor wir uns an die eigentliche Aufgabe dieser Arbeit machen, nämlich die Werte von 1942 mit denjenigen von 1951 statistisch zu vergleichen, mögen unsere Werte mit einigen aus der Literatur verglichen werden.

Werte von <i>H. Ludwig</i> ^s		Unsere Werte	
120 Leute einer Sanitätsgefreitschule 1939		1942	1951
Herzlänge	13,4	13,65	14,07
Herzbreite	10,2	10,29	9,18
Rechteck	137	140,46	129,16
T	12,3	12,80	13,79
T90 h	9	10,31	10,76
Volumen	566	666,14	639,29
bth	24,6	26,54	26,29
tth	10,3	11,72	12,48
hth	19,6	20,20	19,60
Größe	169,58	176,90	176,90
Gewicht	62,93	72,60	82,76
Alter	21½	35	44

Diese Sanitätssoldaten von *Ludwig* lassen sich mit unseren Polizeileuten nur bedingt vergleichen, handelt es sich doch bei unserem Material um durchschnittlich etwa 20 Jahre ältere, speziell zum Polizeidienst ausgewählte Leute.

Zum weiteren Vergleich seien folgende Werte angeführt (zitiert nach *Ludwig*):

Autor	Material	Alter	Ge- wicht	Größe	L	Br	T	R
<i>Claytor u. Merrill</i> (1909)	42 Männer	—	65,5	—	13,4	—	11,9	—
<i>Otten</i> (1912)	Männer	20–69	—	155–164	13,7	9,4	12,4	129
<i>Haudek</i> (1918)	500 Land- wehrsoldaten	—	65	—	—	—	11,9	—
<i>Vaquez u. Bordet</i>	Männer	—	—	—	13,2	—	12,0	—
<i>Hammer</i> (1928)	100 Männer	—	63	170	—	—	—	131
<i>Moritz</i> (1931)	100 Männer	15–64	64,3	169,7	12,8	9,7	—	124
<i>Bedford u. Treadgold</i> (1931)	116 Männer	18–40	66	175	—	—	11,5	—
<i>Kahlstorf</i> (1932)	70 Männer	junge	64,5	173,3	13,2	—	12,2	—
<i>Roesler</i> (1934)	82 Männer	18–52	66,9	170,3	12,9	—	11,8	—
<i>Benedetti u. Bollini</i>	300 Männer	junge	—	—	13,6	10,0	—	136
<i>Ludwig</i> (1939)	120 Männer	20–25	62,9	169,6	13,4	10,2	12,3	137
Unsere 1942	128 Männer	25–52	72,6	176,9	13,6	10,3	12,8	140
Unsere 1951	128 Männer	34–61	82,8	176,9	14,1	9,2	13,8	129

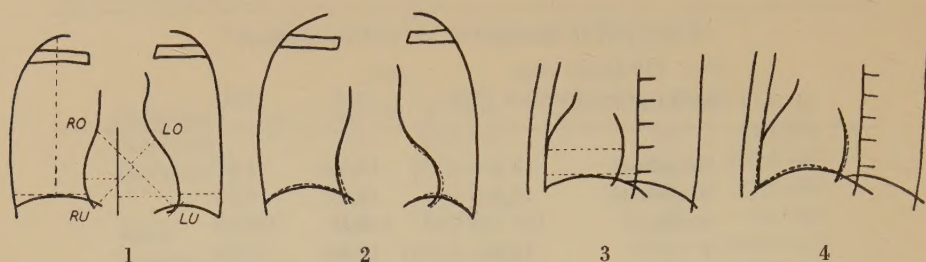


Abb. 2

Konturen 1942: —————
 Konturen 1951: - - - - -

Abb. 4

Konturen 1942: —————
 Konturen 1951: - - - - -

Trotzdem es sich in unserem Material um ausgelesene, große und schwerere Männer als in anderen Zusammenstellungen handelt, weicht unser Resultat nicht wesentlich von demjenigen der Literatur ab.

Interessant ist der Vergleich mit den Ergebnissen *H. Ludwig* und *D. D. Goridis*, gefunden 1953 an 200 Polizisten, in welchen unsere 128 eingeschlossen sind. Deshalb entsprechen sich die Werte in den beiden Gruppen weitgehend:

Unser Kollektiv von 128 Polizisten

Werte von <i>H. Ludwig</i> und <i>D. D. Goridis</i> 1953		1942	1951
Herzlänge	13,6	13,65	14,07
Herzbreite	10,4	10,29	9,18
Rechteck	141	140,46	129,16
T	12,8	12,80	13,79
T90 h	10,4	10,31	10,76
Volumen	668	666,14	639,29
bth	26,6	26,54	26,29
tth	11,7	11,72	12,48
Größe	176,2	176,90	176,90
Gewicht	72,4	72,60	82,76
Alter	35,9	35	44

Unser Ziel ist der Vergleich unserer Werte von 1942 und 1951. Bevor wir also nach den Gründen der Schwankungen der verschie-

denen Werte suchen, müssen wir den Unterschied je zweier Mittelwerte prüfen, um zu erkennen, ob wir es mit einer wirklichen, statistisch gesicherten Veränderung zu tun haben, oder ob die festgestellte Veränderung als physiologische Schwankung zu gelten hat.

Nach *A. Linder* prüfen wir den Unterschied zwischen zwei Durchschnitten mit der sogenannten t-Verteilung. Der Durchschnitt $\bar{x}'$ möge aus N_1 -Werten x' und der Durchschnitt $\bar{x}''$ aus N_2 -Werten x'' berechnet sein.

Nach *Linder* finden wir die Streuung nach der Formel:

$$s^2 = \frac{1}{N_1 + N_2 - 2} \cdot \left[\sum_{i=1}^{N_1} (x'_i - \bar{x}')^2 + \sum_{i=1}^{N_2} (x''_i - \bar{x}'')^2 \right]$$

Darauf bestimmen wir t:

$$t = \frac{\bar{x}' - \bar{x}''}{s} \cdot \sqrt{\frac{N_1 \cdot N_2}{N_1 + N_2}}$$

Für das Volumen sieht die Rechnung nun folgendermaßen aus:

$$s^2 = \frac{1}{128 + 128 - 2} \cdot \left[1'394'249 + 2'049'087 \right]$$

$$s^2 = \frac{3'443'336}{254}$$

$$s = 116,43$$

$$t = \frac{666 - 640}{116,43} \cdot \sqrt{\frac{128^2}{128 + 128}} = 0,23061 \cdot 8$$

$$t = 1,84$$

Dieser Wert $t = 1,84$ liegt nach der Tabelle aus *A. Linder* für ein Kollektiv der hier untersuchten Größe innerhalb der Sicherheitsschwelle von $t = 1,97$. Somit ist die Volumenabnahme vom Jahre 1942 zum Jahre 1951 um $26,85 \text{ cm}^3$ rein zufällig, mit anderen Worten nicht groß genug, um als sichere statistische Veränderung zu gelten. Bei Erreichen der Sicherheitsschwelle von $t = 1,97$ betrüge die Volumenabnahme 29 cm^3 , was aber immer noch nicht erlauben würde, von einer statistisch gesicherten Veränderung zu sprechen, da die Sicherheitsschwelle überschritten werden sollte. Eine Volu-

menabnahme von 29 cm³ würde eine Differenz von 4,35 % (statt einer solchen von 4,04 % bei einer Volumenabnahme von 26,85 cm³) ergeben. Die Abbildungen (Abb. 2 und Abb. 4) geben unsere Werte in annähernd richtigem Verhältnis wieder und veranschaulichen die aufgetretenen durchschnittlichen Differenzen.

Außer dem uns am meisten interessierenden Wert – dem Herzvolumen – weisen noch die Herzbreite, das Herzrechteck, der Herztransversaldurchmesser, der größte horizontale Herztiefendurchmesser, die Thoraxtiefe und das Gewicht Unterschiede auf, von welchen nicht ohne weiteres gesagt werden kann, ob es sich um statistisch gesicherte Differenzen oder um physiologische Schwankungen handelt.

Beim Prüfen der t-Verteilung erhalten wir für

die Herzbreite	ein t von 8,96
das Rechteck	ein t von 4,10
den Transversaldurchmesser	ein t von 6,66
den Tiefendurchmesser	ein t von 3,20
die Thoraxtiefe	ein t von 3,86
das Körpergewicht	ein t von 9,63

Alle diese Werte liegen demnach genügend außerhalb der Sicherheitsschwelle von $t = 1,97$, so daß wir für sie eine statistisch erwiesene Differenz annehmen können.

Zusammenfassend stellen wir fest, daß innerhalb von neun Jahren das Gewicht um 13,6 % von 72,6 auf 82,5 kg zunahm, entsprechend der allgemein bekannten Gewichtszunahme in dem Altersbereich. Trotz dieser erheblichen statistisch gesicherten Zunahme des Körpergewichtes nahm die Thoraxhöhe nur um etwa 3 % ab, hingegen wurde die Thoraxtiefe um 6,5 % größer.

Bei den Herzmaßen weisen besonders die Herzbreite, daneben aber auch der Transversaldurchmesser und die Herztiefe, statistisch gesicherte Differenzen auf. Obschon der Unterschied bei unserem Hauptwert – dem Herzvolumen – von 1942 und 1951 statistisch als zufällig angesehen werden muß, kann eine Interpretation unseres Ergebnisses nur dahin gehen, daß die Abnahme der Herzbreite, welche offenbar auf einer mit der größeren Thoraxtiefe zusammenhängenden Herzdrehung beruht, die Zunahme der Herztiefe ausgleicht.

Zusammenfassung

Bei denselben 128 gesunden im Dienste stehenden Polizeileuten wurden 1942 und 1951 einige Körpermaße, dazu mit der orthodiagraphischen Methode Herz- und Körpermaße ermittelt, davon Kollektive gebildet und diese miteinander verglichen. Trotzdem in Beziehung auf die Herzbreite, den Herztransversaldurchmesser, den größten horizontalen Herztiefendurchmesser, die Thoraxtiefe und das Körpergewicht statistisch gesicherte Veränderungen festgestellt werden konnten, glichen sich diese einzelnen Werte bei der Berechnung des Herzvolumens aus, so daß der hier gefundene Unterschied innerhalb der Sicherheitsschwelle blieb. Eine statistisch erwiesene Differenz des Herzvolumens trat somit nicht auf.

Summary

In 128 Police constables several body and in addition the orthodiagraphic heart measurements were taken in 1942 and repeated in 1951. The results were compared. There were statistically definite changes of the broad, transverse and horizontal depth diameters of the heart, the depth of thorax and body weights. But these differences compensated each other to a great extent when the figures were used for the calculation of the heart volume. A statistically proved difference of the heart volume was therefore not present.

Résumé

Des mesures corporéales et orthodiagraphiques ont été pratiquées chez 128 agents de police entre 1942 et 1951. Les valeurs qui ont été trouvées en particulier largeur cardiaque, diamètre transversal, horizontal, profondeur thoracique, poids du corps étaient différentes. Néanmoins le calcul du volume cardiaque à partir de ces données a révélé des valeurs sensiblement égales. Une différence de volume cardiaque chez ces 128 sujets n'a pas pu être mise en évidence d'une façon statistiquement valable.

Literaturverzeichnis

¹ Benedetti, P.: *Ergebn. der inn. Med.* 51, 531, 1936. — ² Czuber-Burkhardt: *Die statistischen Forschungsmethoden*, Verlag Seidel & Sohn, Wien 1938. — ³ Ham-

mer, G.: Fortschr. Röntgenstr. 38, 1000, 1928. — ⁴ Huisman, L.: Fortschr. Röntgenstr. 24, 549, 1916. — ⁵ Kahlstorf, A.: Fortschr. Röntgenstr. 45, 123, 1932. — ⁶ Kahlstorf, A.: Klin. Wschr. 1933, 262; 1938, 223. — ⁷ Linder, A.: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure, zweite Auflage, Birkhäuser, Basel 1951. — ⁸ Ludwig, H.: Fortschr. Röntgenstr. 59, 1939. — ⁹ Ludwig, H.: Fortschr. Röntgenstr. 63, 1941. — ¹⁰ Ludwig, H.: Verhandl. der deutsch. Ges. für Kreisl.-Forsch., XI. Tagung, 356, 1938. — ¹¹ Ludwig, H., und D. D. Goridis: Radiol. clin. 22, 293, 1953. — ¹² Moritz, F.: Münch. med. Wschr. 1900, 29; 1928, 1023. — ¹³ Moritz, F.: Fortschr. Röntgenstr. 38, 993, 1928. — ¹⁴ Parkinson, J.: Lancet 1936, 1337 u. 1391. — ¹⁵ Rohrer, F.: Fortschr. Röntgenstr. 24, 285, 1927. — ¹⁶ Teubern, K. v.: Fortschr. Röntgenstr. 24, 549, 1916. — ¹⁷ Weber, Erna: Variations- und Erblichkeitsstatistik, Lehmann, München 1935.